

Camshaft assembling method and camshaft obtained

Patent number: DE68905065T
Publication date: 1993-06-17
Inventor: LESPOUR JEAN-PAUL (FR)
Applicant: VALTUBES (FR)
Classification:
- **International:** B23P11/00; B21K25/00; F16H53/02; F01L1/04
- **European:** B21D53/88; B21K1/08; B21K25/00; B23P11/00; F01L1/047; F16D1/072; F16H53/02B
Application number: DE19896005065T 19890426
Priority number(s): FR19880006072 19880428

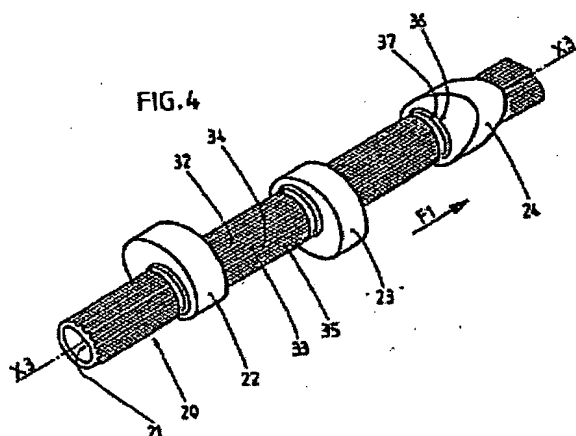
Also published as:

EP0340128 (A1)
FR2630790 (A1)
EP0340128 (B1)

Report a data error here

Abstract not available for DE68905065T
Abstract of corresponding document: **EP0340128**

The invention relates to camshafts and especially those for internal combustion engines. The shaft (20) comprises attached cams (22, 23, 24). According to the assembly method, each cam is wedged onto the shaft at the chosen location by annular strips such as (36) which is carried out by plastic deformation of the shaft in an annular zone (37) adjacent to each of the ends of the wall of the hole of the cam (24). Raised features (33, 35) and hollows (32, 34) interact in order to be useful for the angular wedge-fastening of each cam in relation to the shaft. The camshaft thus produced also forms part of the invention.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der
europäischen Patentschrift

⑧7 EP 0 340 128 B1

⑩ DE 689 05 065 T 2

⑤1 Int. Cl. 5:
B 23 P 11/00
B 21 K 25/00
F 16 H 53/02
F 01 L 1/04

⑥

DE 689 05 065 T 2

②1	Deutsches Aktenzeichen:	689 05 065.8
⑧6	Europäisches Aktenzeichen:	89 420 152.4
⑧6	Europäischer Anmeldetag:	26. 4. 89
⑧7	Erstveröffentlichung durch das EPA:	2. 11. 89
⑧7	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	3. 3. 93
④7	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	17. 6. 93

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
28.04.88 FR 8806072

⑦3 Patentinhaber:
Valtubes, Boulogne-Billancourt, FR

⑦4 Vertreter:
Beetz, R., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Timpe, W., Dr.-Ing.;
Siegfried, J., Dipl.-Ing.; Schmitt-Fumian, W., Prof.
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Mayr, C.,
Dipl.-Phys.Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑧4 Benannte Vertragstaaten:
AT, BE, CH, DE, ES, GB, IT, LI, LU, NL, SE

⑦2 Erfinder:
Lespour, Jean-Paul, F-71240 Senecey Legrand, FR

⑤4 Nockenwellenzusammenbauverfahren und so hergestellte Nockenwelle.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 689 05 065 T 2

503-46.151EP

Das Verfahren für den Zusammenbau und die Vorrichtung, die mit diesem Verfahren erfindungsgemäß hergestellt wird, betreffen Nockenwellen mit aufgesetzten Nocken, insbesondere Nockenwellen für Verbrennungsmotoren. Diese Nockenwellen steuern das Öffnen und Schließen der Ventile. Außer Nocken können sie auch eventuell auf der Welle aufgesetzte Gleitlager, Zahnräder oder Antriebsscheiben umfassen.

Lange Zeit wurden Nockenwellen in einem Stück heiß geschmiedet oder gesenkgeschmiedet oder gegossen und die Rohlinge dann bearbeitet und maßgeschliffen.

In jüngerer Zeit wurde versucht, Nockenwellen mit aufgesetzten Nocken herzustellen, um eine flexiblere Fabrikation zu erreichen, bei der kleinere Serien verschiedener, sich hauptsächlich in der Nockenform unterscheidender Nockenwellentypen hergestellt werden.

Werden die Nocken auf der Nockenwelle aufgesetzt, so können im übrigen für diese andere Metalle oder Legierungen verwendet werden als für die Welle, und sie können einer Wärmebehandlung unterzogen werden eventuell in Verbindung mit anderen Behandlungsmethoden, z. B. um sie verschleißfester zu machen.

So beschreibt das Patent DE-A-2336241, das den jüngsten Stand der Technik darstellt, eine eventuell kreisförmige, aus einer Voll- oder Hohlstange bestehende Steuer- oder Nockenwelle, auf der Steuerelemente, wie z. B. Nocken, Exzenter, Zahnräder mit der Steuerstange fest verbunden montiert sind. Diese Verbindung wird durch Aufschrupfen, Löten, Schweißen oder Kleben hergestellt. Vorzugsweise werden die Nocken gesintert oder sintergeschmiedet. Die in diesem Beispiel (siehe Fig. 3 dieses Dokuments) beschriebene Welle und die Bohrung bzw. das Loch der Steuerelemente, wie z. B. auf der Welle montierte Nocken oder Gleitlager, haben einen hexagonalen Querschnitt, so daß diese in ihre vorgesehene Position geschoben werden können.

Das Patent DE-C-3227693 beschreibt eine kreisförmige Nockenwelle für einen Verbrennungsmotor, die ein Rohr umfaßt, auf dem Nocken und gegebenenfalls Gleitlager angebracht sind.

Nachdem die Nocken drehgesichert wurden (siehe Fig. 2a und 2b dieses Dokuments), wird in den Hohlraum der Welle Kunststoff

mit hydrostatischem Druck gepreßt, so daß sich die Welle plastisch verformt und ausdehnt, die Nocken und Gleitlager werden somit blockiert. Zur Verstärkung kann die Verbindung zwischen Nocken und Welle auch noch geklebt werden.

Das Dokument DE-A-3301749 beschreibt schließlich eine Nockenwelle, bei der die getrennt bearbeiteten und maßgeschliffenen Nocken Bohrungen aufweisen, deren Durchmesser geringfügig kleiner ist als der Außendurchmesser der Welle.

Um die Nocken auf der Welle anzubringen, werden diese soweit erwärmt, daß sie auf der Welle bis zur vorgesehenen Stelle gleiten können. Das Schrumpfen der Nocken aufgrund der Abkühlung auf Umgebungstemperatur gewährleistet, daß diese mit der Welle fest verbunden sind. Genauso können auch Gleitlager auf die Welle aufgeschrumpft werden.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß jede der verschiedenen vorgeschlagenen Methoden für den Zusammenbau der Nocken mit der Welle ihre Nachteile hat, so daß sie schwierig zu bewerkstelligen sind und die Ergebnisse nicht sehr befriedigen.

Zuerst ist zu bemerken, daß, um jeden Nocken auf der Welle richtig zu positionieren, sowohl eine genaue Axialverkeilung an einer bestimmten Stelle auf der Länge der Achse als auch eine ebenso genaue Verkeilung zur Drehsicherung erforderlich sind. Für andere Elemente, die auch auf der Welle montiert werden können, wie z. B. Gleitlager, Exzcenterscheiben, Zahnräder und Antriebsscheiben, ist eventuell eine bestimmte Verkeilung zur Drehsicherungen erforderlich. Die Verkeilung dieser Elemente auf der Achse und die Drehsicherung müssen jedoch sehr genau ausgeführt werden.

Ein erster, sehr wichtiger, allen vorgeschlagenen Verbindungsmethoden für Nocken, Gleitlager, Zahnräder und Antriebsscheiben oder anderen Elementen mit der Welle in deren Bohrung gemeinsamer Nachteil beruht darauf, daß zwischen dem Außenumfang der Welle und dem Innenumfang der Bohrung, in der die Welle eingepaßt werden soll, ein Spiel vorzusehen ist.

Um den Nocken oder jedes andere Element auf der Welle leicht verschieben zu können, muß zwischen dem Außenumfang der Welle und dem Innenumfang des Elements genügend Spiel vorhanden sein

unabhängig davon, ob die Welle einen kreisförmigen Querschnitt hat oder nicht. Ist das Spiel zu gering, kann der Nocken oder ein anderes Element sehr schwer an die gewünschte Stelle gebracht und die erforderliche Verkeilung zur Drehsicherung bei einem Nocken sehr erschwert werden. Dies ist z. B. der Fall, wenn ein vorerhitztes Element aufgeschrumpft wird, da der Vorgang praktisch nicht wiederholt werden kann. Im Gegensatz dazu kann ein zu großes Spiel die gewünschte Verbindung unwirksam machen. Dies ist z. B. beim Kleben und Aufschrupfen der Fall. Beim Löten und Schweißen wird außerdem oft festgestellt, daß selbst durch ein relativ geringes Spiel das Element nicht mehr ganz zentriert auf der Welle sitzt, wodurch das Ganze unbrauchbar wird.

Jede der bekannten Zusammenbaumethoden von Nocken oder anderen Elementen mit der Welle weist ihre eigenen Schwierigkeiten auf und führt häufig zu wenig befriedigenden Ergebnissen.

So können bei Wellen mit kreisförmigem Querschnitt die Nocken leichter hergestellt werden, beim Zusammenbau der Nocken mit der Welle muß jedoch eine exakte Verkeilung zur Drehsicherung angebracht werden. Werden die Nocken auf die Welle gelötet oder geschweißt, können diese verformt werden und/oder es treten Belastungen auf, die später zu Rissen führen. Beim Kleben treten diese Nachteile nicht auf, der Klebstoff neigt jedoch dazu, bei den hohen Betriebstemperaturen des Motors zu altern, wodurch eine Verwendung auf Dauer nicht ohne Risiko ist. Beim Kleben darf außerdem das Spiel zwischen der Innenfläche der Bohrung des Nockens oder eines anderen Elements und der entsprechenden Außenfläche der Welle nur sehr gering sein.

Bei Wellen mit vieleckigem Querschnitt ist zwar das Problem der Drehsicherung gelöst, diese und der Nocken oder die anderen Elemente müssen jedoch besonders bearbeitet und die Nocken müssen stets in Axialrichtung verkeilt werden.

Es wurde nach einer Möglichkeit gesucht, eine Methode zu entwickeln, bei der eine Nockenwelle mit aufgesetzten Nocken ohne die Nachteile der bekannten Methoden hergestellt werden kann. In erster Linie wurde versucht, eine Methode zu entwickeln, bei der genügend Spiel zwischen der Innenfläche der Bohrung des Nockens oder eines anderen Elements und der Außenflä-

che der Welle toleriert werden kann, so daß die Welle leicht in die Bohrung eingepaßt und der Nocken oder ein anderes Element leicht auf der Welle bis zur vorgesehenen Stelle verschoben werden kann. Hierzu wurde nach einem Mittel zur Axialverkeilung gesucht, das ein späteres Verschieben des Nockens oder anderen Elements auf der Achse verhindert und das gewährleistet, daß die Achse der Bohrung jedes so verkeilten Nockens oder anderen Elements mit der Wellenachse zusammenfällt. Mit einem derartigen Mittel soll also das ursprünglich vorhandene Spiel gleichmäßig um die Welle verteilt werden. Gleichzeitig wurde nach einer Möglichkeit gesucht, Nocken auf Wellen mit einem kreisförmigen Querschnitt zu montieren und dabei auf eine genaue Verkeilung in Drehrichtung zu achten, wobei diese nicht nur von einem Befestigungsmittel, wie z. B. Klebstoff, Löten oder Schweißen, zur Verbindung jedes Nockens mit der Welle aufrechterhalten wird. Es wurde auch nach einer Möglichkeit gesucht, gebrauchsfertige, z. B. pulvermetallurgisch so exakt hergestellte Nocken zu verwenden, daß diese nicht mehr bearbeitet oder maßgeschliffen werden müssen.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der Vorrichtung können diese Ergebnisse erzielt werden.

Das Verfahren besteht darin, eine Welle mit einem Querschnitt in bestimmter Form und Nocken sowie eventuell andere Elemente, wie z. B. Gleitlager, Zahnräder, Antriebsscheiben u. a., herzustellen, bei denen die Form der Bohrung der Form des Wellenquerschnitts entspricht, wobei genügend Spiel vorhanden ist, um die Welle leicht in die Bohrung eines Elements einführen und die Elemente leicht auf der Welle bis zur vorgesehenen Stelle verschieben zu können.

Dann wird, sofern dies nicht schon während des Einführens der Welle in die entsprechende Bohrung geschehen ist, jeder Nocken und gegebenenfalls jedes andere, eine Verkeilung benötigende Element provisorisch exakt drehgesichert. Dann wird das Wellenmetall plastisch verformt, u. zw. im ringförmigen Bereich, der mindestens an eines der beiden Enden der Bohrung jedes auf der Welle zu befestigenden Nockens oder Elements angrenzt, um den Nocken oder das andere Element zu verkeilen, indem das Wellenmetall unter Bildung eines zumindest teilweise das Spiel

zwischen Welle und Bohrung ausfüllenden Wulstes gestaucht wird. Beim Stauchen des Wellenmetalls ab einem ringförmigen Bereich neben lediglich einem Ende der Bohrung des Nockens oder anderen Elements muß dieser oder dieses mit einem Anschlagmittel verkeilt werden, um zu verhindern, daß sie sich auf der Welle so weit verschieben können, wo das Spiel zwischen Welle und Bohrung nicht ausgefüllt ist.

Vorzugsweise wird die plastische Verformung des Wellenmetalls mit mindestens einem Rändelwerkzeug durchgeführt, das um die Welle abgewälzt wird, u. zw. im ringförmigen Bereich neben mindestens einem der beiden Bohrungsenden jedes Nockens oder anderen Elements, indem auf die Wellenoberfläche genügend Druck ausgeübt wird, um das Metall plastisch zu verformen. Das verwendete Rändelwerkzeug ist so gerieft, daß ein Teil des Wellenmetalls in Richtung Bohrungseingang unter Bildung eines Wulstes, von dem wenigstens ein Teil den ringförmigen Raum im Bereich des Bohrungsendes mindestens teilweise ausfüllt, gestaucht wird.

Die Verkeilung eines Nockens oder anderen Elements erfolgt vorzugsweise durch gleichzeitiges Abwälzen von mindestens einem Rändelwerkzeug auf jeder der beiden ringförmigen, an die Bohrungsenden angrenzenden Bereiche der Welle. So wird vermieden, daß sich der Nocken oder ein anderes Element während des Arbeitsvorgangs eventuell auf der Achse verschiebt.

Besonders vorteilhaft ist die Verwendung von mindestens zwei symmetrisch zur Welle montierten Rändelwerkzeugen, die gleichzeitig auf der Wellenoberfläche abgewälzt werden und somit die plastische Verformung der Welle mindestens in einem ringförmigen, an das Bohrungsende eines Nockens oder anderen Elements angrenzenden Bereich bewirken.

Eine derartige Axialverkeilung des Nockens oder anderen Elements weist einen großen Wirkungsgrad auf. Die gleichzeitig erfolgte Drehsicherung ist weniger wirksam. Im Bedarfsfall kann ein zusätzliches Mittel günstigerweise die Drehsicherung verstärken, um damit eine genügend lange Lebensdauer zu gewährleisten.

Zu diesem Zweck kann eine Welle mit einem nicht kreisförmigen, z. B. vieleckigen Querschnitt, hergestellt werden, wobei die

Form der Bohrung jedes Nockens oder anderen Elements, in die die Welle eingepaßt wird, entsprechend und mit dem gewünschten Spiel hergestellt wird. Die Verkeilung des Nockens oder anderen Elements auf der Längsachse der Welle kann mit Hilfe von Rändelwerkzeugen, deren Halter einen genügend großen radialen Ausschlag gegenüber der Wellenachse erlauben, um den nicht kreisförmigen Umfang dieser Welle gut plastisch verformen zu können, erfolgen.

Vorzugsweise werden jedoch Wellen mit kreisförmigem Querschnitt hergestellt. Dann kann die Drehsicherung jedes Nockens oder anderen Elements mit jedem bekannten Mittel, wie z. B. Kleben, Schweißen, Löten oder anderen, verstärkt werden.

Erfindungsgemäß wird die Drehsicherung jedes Nockens oder anderen Elements, deren Bohrung mit genügend Spiel der allgemeinen Kreisform der darin eingepaßten Welle entspricht, auch besonders wirksam gewährleistet, indem mindestens ein Hohlraum oder Relief in unmittelbarer Nähe von mindestens einem Bohrungsende gebildet wird. Bei der plastischen Verformung des Wellenmetalls stellt man dann fest, daß das in Richtung Bohrungseingang gestauchte Metall mit dem Hohlraum oder den Hohlräumen oder Reliefs zusammenwirkt und dabei die Verkeilung jedes Nockens oder anderen Elements verstärkt.

Die so geschaffene Drehsicherung gewährleistet, daß jeder Nocken oder anderes Element dem einwirkenden Drehmoment genügend standhält.

Vorzugsweise sind neben wenigstens einem Bohrungsende am Innenumfang jedes Nockens oder anderen Elements, deren Drehsicherung verstärkt werden soll, mehrere Hohlräume und/oder Reliefs verteilt. Die Hohlräume und/oder Reliefs können auch an den Mantelflächen der Bohrung von einem Bohrungsende zum anderen und als Rillen und Rippen oder auch abwechselnd als Rillen und Rippen gebildet werden.

Besonders vorteilhaft ist, wenn vor dem Einpassen der Welle in die Bohrung auf wenigstens einer der beiden entsprechenden Flächen der Welle oder der Bohrung jedes Nockens oder anderen Elements mehrere Rippen angebracht werden, die in die Rillen auf der entsprechenden anderen Fläche eingreifen. Diese Rippen

und Rillen können gegenüber der Mantellinie der Bohrung und der Welle in einem bestimmten Winkel geneigt oder vorzugsweise parallel zu dieser sein. Die Rippen und Rillen werden so verteilt, daß die Welle in die Bohrung jedes Nockens oder anderen Elements eingepaßt werden kann, so daß für jeden Nocken oder anderes Element in Drehrichtung mehrere Positionen möglich sind. Das Eingreifen der Rippen in den Rillen gewährleistet eine Drehsicherung wenigstens nach der Axialverkeilung bei geneigten Rippen und Rillen und an allen Punkten entlang der Welle bei parallel zu den Mantellinien verlaufenden Rippen und Rillen.

Je nach Ausführungsart der Erfindung können verschieden viele Rippen und Rillen gebildet werden. Auf einer der sich entsprechenden Mantelflächen der Welle und der Bohrung in jedem Nocken oder anderen Element können insbesondere eine geringe Zahl von Rippen und auf der anderen Fläche eine größere Zahl von Rillen so verteilt sein, daß für jeden Nocken mehrere Verkeilpositionen in Drehrichtung möglich sind.

Auf jeder der sich entsprechenden Mantelflächen kann auch die gleiche Anzahl von um die Achse verteilten Rippen und Rillen gebildet werden. Und schließlich kann auf jeder Drehfläche abwechselnd eine Rippe und eine Rille gebildet werden, die um die Achse herum so verteilt sind, daß auf der Innenfläche jeder Bohrung jedes Nockens oder anderen Elements eine Art innere Verzahnung gebildet wird, die einer Art auf der Welle gebildeter Keilnut entspricht.

Die Axialverkeilung jedes Nockens oder anderen Elements, das eine Bohrung mit Rippen und/oder Rillen auf dem Innenumfang umfaßt, von denen mindestens eine mit den Rippen und/oder Rillen des Außenumfangs der Welle zusammenwirkt, erfolgt bei einer Welle, deren Außenumfang keine derartigen Rippen und/oder Rillen umfaßt, in der oben beschriebenen Weise. Durch das teilweise Stauchen des Wellenmaterials in mindestens einem, an mindestens ein Bohrungsende jedes Nockens oder anderen Elements angrenzenden ringförmigen Bereich, kann das vorhandene Spiel beseitigt werden, da die Drehsicherung bereits durch das Zusammenwirken der Rippen und Rillen dank der auf der ganzen Drehfläche gebildeten Verkeilung erfolgt. So wird gewährlei-

stet, daß jeder Nocken oder anderes Element gegenüber der Wellenachse absolut mittig und ein Spiel in Drehrichtung nicht mehr vorhanden ist.

Die Rippen und Rillen in Längsrichtung der Welle können mit jeder bekannten Bearbeitungs- und Ziehmethode usw. hergestellt werden. Insbesondere können auf der Welle abwechselnd Rippen und Rillen parallel zur Mantellinie gebildet werden, indem mindestens zwei Rändelwerkzeuge gleichzeitig auf der Außenfläche der sich zwischen den beiden befindenden Welle abgewälzt werden, wobei jedes der beiden Rändelwerkzeuge gegenüber der Wellenachse um den Winkel A so geneigt ist, daß deren Abwälzbewegung auf der Außenfläche der Welle in Spiralform erfolgt, wobei die Rippen und Rillen, die die Zahnung des Rändelwerkzeugs bilden, selbst um den gleichen Winkel A geneigt und so ausgerichtet sind, daß sie auf der Welle parallel zur Mantellinie laufende Rippen und Rillen bilden. Die Ganghöhe der Riefen jedes Rändelwerkzeugs wird angepaßt und die Drehbewegung der Rändelwerkzeuge und der Welle so gekoppelt, daß die Rippen und Rillen auf der gesamten Länge der Welle durchgehend und parallel zur Mantellinie gebildet werden, so daß sie regelmäßige auf der Außenfläche der Welle verteilte Keilnuten bilden.

Vorteilhaft ist eine Hohlwelle, bei der im Hohlraum eine Flüssigkeit, wie z. B. Öl, fließen kann, und bei der die Schmierung an gewissen Punkten durch Bohrungen in der Welle gewährleistet ist. Wie weiter oben schon erwähnt, können falls erforderlich mit der Welle auch z. B. Gleitlager, Antriebsscheiben oder Zahnräder genauso wie die Nocken verbunden werden. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können mit der Welle insbesondere Nocken oder andere Elemente aus einem anderen Metall oder anderen Material als dem Wellenmetall verbunden werden. Speziell können damit Nocken montiert werden, die einer Behandlung unterzogen wurden, um sie verschleißfest zu machen, z. B. Zementieren, Nitrierhärten, Karbonitrieren u. a. Schließlich können damit auch meist bereits gebrauchsfertige, pulvermetallurgisch gefertigte Nocken aufgesetzt werden, die für Verbindungsmethoden, wie z. B. Schweißen, Löten oder Aufschumpfen weniger geeignet sind.

Die Erfindung betrifft auch eine Nockenwelle mit aufgesetztem/n Nocken, die aus einer in die Bohrung eines entsprechenden Nockens eingesteckten Welle besteht, deren Querschnitt einen Außenumfang aufweist, der dem Innenumfang der Bohrung von mindestens einem Nocken oder anderen Element, in dem die Welle eingepaßt ist, entspricht. Das ursprünglich zwischen Bohrungsinnenfläche und Wellenaußenfläche vorhandene Spiel reicht aus, daß die Welle in die Bohrung leicht eingepaßt und der Nocken oder das andere Element leicht bis zur vorgesehenen Stelle verschoben werden können.

Diese Nockenwelle mit aufgesetztem/n Nocken umfaßt in einem mindestens an ein Bohrungsende von mindestens einem Nocken angrenzenden Bereich einen Wulst, der durch plastische Verformung des Wellenmetalls gebildet wird. Ein Teil dieses Wulstes füllt den ringförmigen Raum zwischen dem Bohrungsende und der entsprechenden Außenfläche der Welle wenigstens teilweise aus. Vorzugseise wird an jedem Bohrungsende von mindestens einem Nocken oder anderen Element ein Wulst gebildet. Wird der Wulst nur an einem Bohrungsende eines Nockens oder anderen Elements ausgeführt, so stützt sich der Nocken auf ein am anderen Bohrungsende angebrachtes Anschlagmittel.

Neben mindestens einem Nocken kann die Nockenwelle mit aufgesetztem/n Nocken noch andere aufgesetzte Elemente umfassen, wie z. B. Gleitlager, Zahnräder, Antriebsscheiben usw., zwischen deren Bohrungsinnen- und der Wellenaußenfläche ein Spiel vorhanden ist, das mindestens teilweise an mindestens einem Bohrungsende mit einem Teil des Wulstes gefüllt ist. Vorzugsweise ist die Nockenwelle mit aufgesetztem/n Nocken allgemein kreisförmig. Vorzugsweise weist die Bohrungsinnenfläche von mindestens einem Nocken oder anderem Element auch mindestens einen, unmittelbar neben mindestens einem Bohrungsende gebildeten Hohlraum oder ein Relief auf, der mit dem angrenzenden Wulst zusammenwirkt. Günstigerweise wird mindestens ein Hohlraum in Form einer Kerbe am Rand der Bohrungsinnenfläche gebildet. Mindestens eine der beiden Flächen, Bohrungsinnen- oder Wellenaußenfläche, kann mehrere Reliefs in Form von Rippen umfassen, die in die entsprechenden Hohlräume in Form von Rillen der anderen Fläche eingreifen.

Vorteilhafterweise umfassen die Wellenaußen- und die Bohrungsinnenflächen je abwechselnd Rippen und Rillen in Form von parallel zur Mantellinie verlaufenden, ineinandergreifenden Keilnuten.

Die Nocken können aus einem anderen Werkstoff als die Welle oder aus einem anders behandelten Metall sein. Vorteilhafterweise sind sie aus einem gesintertem oder geschmiedetem und gesintertem Metall. Auch die anderen Elemente, wie z. B. Gleitlager, Zahnräder, Antriebsscheiben u. a. können aus gesintertem oder geschmiedetem und gesintertem Metall sein. Vorteilhafterweise ist die Welle hohl und kann an ihrer Außenfläche eine oder mehrere Bohrungen aufweisen, um eine Flüssigkeit, wie z. B. ein Schmiermittel, einführen zu können. Der Querschnitt der Welle muß nicht notwendigerweise auf der ganzen Länge gleich sein, bei einer Hohlwelle muß die Wanddicke nicht notwendigerweise auf der ganzen Länge gleich sein. Das Beispiel und die nachstehenden Zeichnungen beschreiben nicht nur darauf beschränkte spezielle Herstellungsmethoden für das erfindungsgemäße Verfahren und die Vorrichtung.

Fig. 1 ist eine Schnittansicht eines kreisförmigen Wellenabschnitts, der in einer entsprechenden Bohrung des Nockens eingepaßt ist.

Fig. 2 ist eine Schnittansicht einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsart der Nockenwelle mit aufgestecktem/n Nocken.

Fig. 3 stellt ein Mittel zur Drehsicherung eines Nockens dar, der mit der Welle nach der ersten, in Fig. 2 gezeigten, erfindungsgemäßen Ausführungsart fest verbunden werden kann.

Fig. 3A ist eine Schnittansicht entsprechend der Ebene A-A der Fig. 3.

Fig. 4 ist eine Ansicht nach einer zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsart der Nockenwelle mit aufgesetztem/n Nocken, die eine Gruppe von Rippen und Rillen umfaßt.

Fig. 5 ist eine Ansicht eines Nockens vor der Montage auf der Welle der Fig. 4.

Fig. 6 ist eine Schnittansicht eines Wellenstücks der Fig. 4, das in der Nockenbohrung der Fig. 5 eingepaßt ist.

Fig. 7 ist eine Detailansicht der Herstellung einer Nocken-

welle mit aufgesetzten Nocken der Fig. 4.

Fig. 8 ist eine Ansicht der speziellen Herstellungsart mit Rippen und Rillen auf einer Welle, bevor die Nocken entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren auf diese gesetzt und mit ihr fest verbunden werden.

Fig. 9 ist eine Ansicht der Riefen eines Rändelwerkzeugs der Fig. 8.

Fig. 1 stellt eine Schnittansicht eines Abschnitts einer kreisförmigen Hohlwelle 1 dar, die in die Bohrung bzw. das Loch 2 mit ebenfalls kreisförmigem Innenumfang eines Nockens 3, von dem nur der die Bohrung umfassende Teil dargestellt ist, eingepaßt ist. Die Schnittebene umfaßt die Achse $X_1 - X_1$ der Welle. Das Radialspiel "e" zwischen Bohrungsinnen- und Wellenaußenfläche ist so ausgelegt, daß die Welle leicht in die Bohrung eingeführt und der Nocken leicht auf der Welle bis zur vorgesehenen Stelle verschoben werden kann.

Fig. 2 stellt auch eine Schnittansicht eines Wellenabschnitts 1 und des Nockens 3 von Fig. 1 dar, nach Durchführung einer ersten Ausführungsart des erfindungsgemäßen Verfahrens. Bei Fig. 2 ist die Drehsicherung des Nockens 3 einerseits dadurch gewährleistet, daß dieser an einem ringförmigen Anschlag 4 anliegt, dessen andere Seite selbst von einer fest mit der Welle 1 verbundenen, nicht dargestellten Halterung fixiert wird. Die Drehsicherung wird provisorisch meistens auch mit einem nicht dargestellten, abnehmbaren Mittel gewährleistet. Zwei kreisförmige Rändelwerkzeuge 5 bzw. 6, von denen nur der Teil mit den Riefen 7 bzw. 8 dargestellt ist, werden auf Achsen parallel zur Achse $X_1 - X_1$ der Fig. 2 (nicht dargestellt) montiert. Der Antrieb für die Drehbewegung der Rändelwerkzeuge ist nicht dargestellt, diese werden auf dem Außenumfang der Welle 1 im ringförmigen, an das Ende 11 der Bohrung 2 des Nockens 3 angrenzenden Bereich mit soviel Druck abgewälzt, daß das Wellenmetall plastisch verformt wird. Unter dem Preßdruck der beiden Rändelwerkzeuge 11 bildet sich ein ringförmiger Wulst 10, der teilweise in ein Ende 11 der Bohrungsinnenfläche 2 eingreift. So wird das Radialspiel "e" durch den Preßdruck der beiden Rändelwerkzeuge symmetrisch zur Achse $X_1 - X_1$ teilweise gefüllt, wodurch die Achse der Bohrungsinnenfläche 2 mit

der Achse X1 - X1 der Welle 1 zusammenfällt.

So erzielt man eine besonders wirksame Drehsicherung des Nockens 3 durch den Verkeilungseffekt, der dadurch entsteht, daß ein Teil des Wulstes 10 in die Bohrung gepreßt wird. Dieses teilweise Einpressen wird durch das besondere Profil der glatten Riefen der Rändelwerkzeuge 7 und 8 begünstigt. Dieses besondere Profil ist so ausgeführt, daß die durch die Riefen bewirkte Materialverschiebung bevorzugt in Richtung des Endes 11 der Bohrung 2 geschieht. Nach Wegnahme der provisorischen Verkeilung bewirkt die so erzielte Verkeilung auch eine begrenzte Drehsicherung des Nockens 3 gegenüber der Welle 1, die jedoch bei kreisförmigen Bohrungsinnen- und Wellenaußenflächen meistens nicht ausreicht.

Deshalb ist allgemein eine dauerhafte, zusätzliche Drehsicherung vorteilhaft, um Kräften entgegenzuwirken, die eine Drehung des Nockens 3 um die Welle 1 verursachen.

Fig. 3 und 3A zeigen einen Nocken 12, der eine Bohrung 13 mit kreisförmigem Innenumfang umfaßt und nach dem erfindungsgemäßen Verfahren auf eine Welle mit ebenfalls kreisförmigem Außenumfang montiert werden kann. Fig. 3 ist eine Seitenansicht der Bohrung 13, deren Achse X2 - X2 senkrecht zur Ebene der Fig. verläuft. Fig. 3A ist eine Ansicht in der Schnittebene A - A von Fig. 3. Um bei der Verkeilung des Nockens durch Bildung eines Wulstes eine wirksamere Drehsicherung zu erreichen, werden mindestens an einem Bohrungsrand vorgefertigte Hohlräume, wie 14, 15, 15A, 16 und Reliefs, wie 17, 18, 18A, 19, die auf den Rand des Innenumfangs verteilt sind, angebracht. Diese Hohlräume und Reliefs werden praktisch in Form von Kerben mit V-förmigen Flächen hergestellt, deren Flächen ein Dieder bilden und deren Kante, wie 16 A, bei Fig. 3 und 3A, gegenüber der Achse X2 - X2 in einem Winkel von ca. 60° geneigt ist. Die Reliefs, wie z. B. 18A, entsprechen einfach einem Schnitt der Flächen, die mit der kreisförmigen Innenfläche und der Seitenfläche des Nockens 12 ein Dieder bilden. Es ist verständlich, daß bei der Wulstbildung, wie z. B. Wulst 10 von Fig. 2, ausgehend von der in die Bohrung 13 des Nockens 12 eingepaßten Welle, der Wulstteil, der in das Bohrungsende 13 eindringt, mit den oben beschriebenen Kerben und Reliefs zu-

sammenwirkt und so eine verstärkte Drehsicherung des Nockens 12 gewährleistet.

Man bemerkt, daß bei Fig. 1 - 3 und 3A, wie weiter oben schon angeführt, beim Formen des Wulstes jeder Nocken mit einer provisorischen Drehsicherung in der gewünschten Drehposition gegenüber der eingepaßten Welle gesichert werden muß.

Nach einer anderen erfindungsgemäßen, in Fig. 4- 7 gezeigten, Ausführungsart wird die Drehsicherung jedes Nockens oder anderen Elements gegenüber einer kreisförmigen Welle mit Reliefs und Hohlräumen in Form von ineinandergreifenden Rippen und Rillen erzielt.

Fig. 4 stellt eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen, im allgemeinen kreisförmigen Welle 20 aus Stahl mit der Achse X3 - X3 mit einer Axialbohrung 21 dar, auf der 3 Nocken 22, 23 und 24 aufgesetzt sind. Diese Nocken sind aus Sintermetall, die Bohrungen wurden kalt gesenkgeschmiedet wie bekannt.

Fig. 5 zeigt eine Seitenansicht des Nockens 24 entsprechend dem Pfeil F 1, bevor dieser auf die Welle 20 montiert wird.

Dieser Nocken umfaßt eine Bohrung mit einer kreisförmigen Innenfläche 25 auf der abwechselnd Rippen, wie z. B. 26, 28, 30 und Rillen, wie z. B. 27, 29, 31 gleichmäßig auf der Achse X4 des Nockens verteilt gebildet werden. Auf der Welle 20 werden entsprechend abwechselnd Rillen, wie z. B. 32, 34 und Rippen, wie z. B. 33, 35 gebildet, die so geformt sind, daß der Nocken 24 auf der Welle 20 aufgepaßt werden kann, wobei die Rippen der Bohrungsinnenfläche 25 von einem Wellenende ausgehend in die Rillen der Welle 20 eingreifen und die Rippen der Welle in die Rillen der Bohrungsinnenfläche 25. Es ist zu sehen, daß die parallel zur Mantellinie gebildeten, sich abwechselnden Rillen 32, 34 und Rippen 33, 35 auf dem Wellenumfang Keilnuten bilden. In Drehrichtung kann also für die Nocken, wie z. B. 24, jede beliebige Position, in der die Rippen der Bohrungsmantelfläche, wie z. B. 26, 28, 30 den Rillen der Welle 20 entsprechen, gewählt werden. Wenn auf der Mantellinie der Bohrung "n" Rippen und auf der Welle 20 "n" entsprechende Rillen gebildet werden, kann für den Nocken 24, eine Drehposition aus "n" möglichen Positionen gewählt werden. Bei jeder dieser Positionen ist eine wirksame Drehsicherung dadurch gewährlei-

stet, daß die Rippen und Rillen ineinandergreifen. Wie Fig. 4 zeigt, wird jeder Nocken mit ringförmigen Wülsten, wie z. B. 36, verkeilt, der gebildet wird, indem das Wellenmetall im ringförmigen, an jedes Bohrungsende jedes Nockens angrenzenden Bereich plastisch verformt und eine Hohlkehle, wie z. B. 37, gebildet wird.

Fig. 6 und 7 zeigen schematische Schnittansichten einer Verkeilungsart jedes Nockens, wie z.B. 24. Fig. 6 zeigt die Welle 20 im Schnitt nach der Achse X3 - X3 vor der Verkeilung. Die Schnittlinie geht durch zwei Rippen 38, 39 der Welle, die in die Rillen der Bohrungsinnenfläche des Nockens 24 eingreifen, deren tiefster Teil in 40 und 41 zu sehen ist. Der Zwischenraum "el" zwischen dem tiefsten Teil der Rille 40 und der Spitze der Rippe 38 entspricht dem Radialspiel, mit dem der Nocken 24 auf der Welle 20 bis zur vorgesehene Position verschoben werden kann. Um den Nocken 24 zur Achse X3 - X3 der Welle 20 genau zu zentrieren, werden vorteilhafterweise vier symmetrisch zur Achse X3 - X3 angeordnete Rändelwerkzeuge gleichzeitig abgewälzt. Fig. 7 zeigt 4 Rändelwerkzeuge, von denen lediglich ein Teil der Riefen 42, 43, 44, 45 im Schnitt dargestellt ist. Diese Riefen verformen das Wellenmetall am Umfang, auf dem die Rippen, wie z. B. 38 und 39 in Form von Keilnuten angebracht sind, plastisch. Unter dem Preßdruck der Rändelwerkzeuge bilden sich ringförmige Wülste 36, 47 an den Enden 48, 49 der Bohrung des Nockens 24, die das Radialspiel zwischen Rippenspitze 38, 39 und tiefstem Teil der Rillen 40, 41, wie man in 50 und 51 im Bereich der beiden Bohrungsenden sieht, teilweise ausfüllen. Da das Radialspiel "el" zwischen Bohrungsinnenfläche des Nockens 24 und der Welle 20 durch die Riefen der Rändelwerkzeuge vollkommen symmetrisch ausgefüllt wird, ist eine Axialverkeilung des Nockens möglich, so daß die Achse X4 - X4 des Nockens mit der Achse X3 - X3 der Welle zusammenfällt. Außerdem, verhindern die Wülste 46, 47, die die Drehsicherung des Nockens gewährleisten, daß sich die Nocken in Längsrichtung der Achse verschieben. Da die plastische Verformung des Wellenmetalls auf einen schmalen ringförmigen Bereich an der Oberfläche beschränkt ist, kann eine Hohlwelle verwendet werden ohne daß sich diese allgemein verformt. Die

Wanddicke wird entsprechend der Eindringtiefe der Riefen der Rändelwerkzeuge bestimmt. Bei einer derartigen Hohlwelle können auf dem Umfang Bohrungen zum Zirkulieren von Flüssigkeiten angebracht werden.

Fig. 8 und 9 stellen eine besondere Ausführungsart mit abwechselnd Rippen und Rillen dar, die auf der Welle 60 Keilnuten bilden.

Die Hohlwelle 60 ist auf Gleitlager 61, 62, 63, 64 gelagert. Zwei nach der Achse X5 - X5 diametral entgegengesetzt angeordnete Rändelwerkzeuge 65, 66, werden auf der Wellenoberfläche abgewälzt, angetrieben durch nicht dargestellte Antriebsmotore. Sie weisen auf ihrem Umfang abwechselnd Rippen und Rillen 67, 68 auf, die mit ihrem Druck auf die Welle auf dieser abwechselnd entsprechende Rillen und Rippen formen. Die Achsen X6 und X7 dieser Rändelwerkzeuge sind gegenüber der Wellenachse X5 - X5 im Winkel A geneigt, so daß der Abwälzvorgang auf der Wellenoberfläche spiralförmig verläuft, wie aus der schematischen Darstellung von Fig. 9 hervorgeht, die die Drehoberfläche des Rändelwerkzeugs 65 zeigt, dessen Achse X6 -X6 mit der Achse X5 - X5 der Welle 60 den Winkel A bildet.

Angetrieben durch die Rändelwerkzeuge, deren Drehrichtung die Pfeile F2, F3 zeigen, dreht sich die Welle 60 selbst entsprechend F4 und bewegt sich gleichzeitig entlang der Achse X5 - X5 entsprechend der Pfeilrichtung F5 vorwärts. Wie man in Fig. 9 sieht, sind beim Rändelwerkzeug 65 die Rippen und Rillen 67, 68 selbst im Winkel A gegenüber der Mantellinie des Rändelwerkzeugs geneigt, so daß sie in etwa parallel zur Achse X5 - X5 im Kontaktbereich 69 mit der Welle sind und somit auf dieser Rillen und Rippen parallel zur Mantellinie der Drehfläche der Welle bilden.

Die Wellen- und Rändelwerkzeugdurchmesser sowie die Anzahl der Rippen und Rillen, die diese umfassen, werden so bestimmt, daß sich bei jeder Wellendrehung die Rippen und Rillen der Rändelwerkzeuge und die Rillen und Rippen der Welle entsprechen. Mit dieser Formgebungsmethode können somit abwechselnd Rillen und Rippen gebildet werden, die auf der ganzen Länge der Welle 60 parallel zur Mantellinie sind.

Mit dieser Formgebungsmethode können auch auf der Welle ent-

sprechend einer speziellen, erfindungsgemäßen Ausführungsart spiralförmige Rippen und Rillen gebildet werden. Obwohl damit besonderes zufriedenstellende Ergebnisse erzielt werden, können für das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren und die Vorrichtung zahlreiche weitere Methoden zur Bildung von Rippen und Rillen oder von abwechselnd Rippen und Rillen auf der Welle verwendet werden.

Besonders können Methoden des Strangpressens mittels Schneidbacken mit geeignetem Profil oder des Ziehens ebenfalls mittels Schneidbacken, die mit Rippen und Rillen oder abwechselnd mit Rippen und Rillen ausgestattet sind, zur Anwendung kommen. Diese Rippen und/oder Rillen können auch mit den bekannten Bearbeitungsmethoden hergestellt werden.

Zahlreiche, dem Fachmann bekannte Methoden eignen sich ebenfalls zur Herstellung der Bohrungen in den Nocken, deren Innenflächen Rippen und/oder Rillen aufweisen, die den Rillen und/oder Rippen der Wellenaußenflächen entsprechen.

Werden für die Nocken gesinterte oder gesinterte und geschmiedete Metalle oder Legierungen verwendet, kann der Fachmann entweder beim ersten Preßvorgang oder durch Gesenkschmieden Bohrungen, deren Innenflächen Rippen oder Rillen oder abwechselnd Rippen und Rillen aufweisen, mit der gewünschten Maßgenauigkeit herstellen, ohne daß später eine Nachbesserung erforderlich ist. Durch ihre, besonders für diese Verwendung geeigneten Eigenschaften, eignen sich derartige Nocken besonders für das erfindungsgemäßen Verfahren und die Vorrichtung.

Gegebenenfalls kann die erfindungsgemäße Nockenwelle mit aufgesetzten Nocken verschiedene Elemente umfassen, wie z. B. ein oder mehrere Gleitlager, ein oder mehrere Antriebsscheiben, ein oder mehrere Zahnräder, die auf der Welle nach der gleichen Methode montiert sind wie die Nocken, d. h. daß sie eine ähnliche Bohrung aufweisen und an der vorgesehenen Stelle auf gleiche Weise verkeilt werden.

Es sind sehr viele Varianten des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens und der Vorrichtung möglich, die von diesem nicht abweichen.

Patentansprüche

1. Verfahren für den Zusammenbau einer Nockenwelle mit aufsteckbarem(n) Nocken, bei der eine Welle (1, 20) und mindestens 1 Nocken (3, 12, 24) mit einem Loch (2, 13), dessen Querschnitt dem der Welle entspricht, ausgeführt wird, wobei zwischen der Wellenoberfläche und der Lochoberfläche genügend Spiel vorgesehen ist, damit die Welle leicht durch das Nockenloch geht und der Nocken dann auf der Welle bis zur vorgesehenen Stelle verschiebbar ist, und bei dem dann der Nocken mit der Welle an der vorgesehenen Stelle fest verbunden wird, dadurch gekennzeichnet, daß in einem an mindestens einem der beiden Enden (11, 48, 49) des Lochs (2, 13) des Nockens (3, 12, 24) angrenzenden, ringförmigen Bereich auf die Außenfläche der Welle (1, 20) genügend Druck ausgeübt wird, um das Metall plastisch so zu verformen, daß mindestens ein Teil gestaucht wird und einen ringförmigen Wulst bildet (10, 36, 47), der mindestens zum Teil das Spiel zwischen Wellen- und Lochfläche am Lochende ausfüllt und somit den Nocken auf der Welle festklemmt, wobei zusätzlich ein Mittel zur Verstärkung der Drehsicherung des Nocken geschaffen wird.
2. Verfahren gemäß Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck auf die Außenflächen der Welle (1, 20) so stark ist, daß das Metall der Welle plastisch verformt wird, indem in einem Bereich, der mindestens an ein Ende (11, 48, 49) eines Lochs (2, 13) des Nockens angrenzt, mindestens ein Rändelwerkzeug (5, 6) abgewälzt wird, das einen Formrand (7, 8, 42, 43, 44, 45) mit Profil aufweist, so daß der vom Rändelwerkzeug auf das Wellenmetall ausgeübte Druck zumindest einen Teil des Metalls in Richtung Lochende (11, 48, 49) staucht und somit eine ringförmige Wulst (10, 36, 47) bildet, von der ein Teil das Spiel (e, e1) zwischen den Flächen der Welle und des Lochs wenigstens teilweise ausfüllt.
3. Verfahren gemäß Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß gleichzeitig zwei Rändelwerkzeuge (5, 6) auf der Welle (1, 20) abgewälzt werden, die sich auf der Wellenachse (X1 - X1, X3 - X3) so gegenüberstehen, daß sich ihre

Formränder (7, 8, 42, 43, 44, 45) im ringförmigen Bereich bewegen, der wenigstens an eines der beiden Enden (11, 48, 49) des Lochs (2, 13) angrenzt.

4. Verfahren gemäß Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß an beiden Seiten neben dem Lochende (48, 49) gleichzeitig je ein Formrand (42, 43, 44, 45) der beiden Rändelwerkzeuge gedreht wird.
5. Verfahren gemäß einem der Patentansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehsicherung des Nockens auf der Welle verstärkt wird, indem die Welle eine andere Form als einen Kreis hat und das Loch des Nockens entsprechend gestaltet ist.
6. Verfahren gemäß einem der Patentansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Flächen des Lochs (2, 13) des Nockens (3, 12, 24) und der Welle (1, 20) allgemein eine runde Form haben und daß die Drehsicherung des Nockens (12) auf der Welle verstärkt wird, indem in unmittelbarer Nähe von mindestens einem Lochende (13) mindestens eine Vertiefung (14, 15, 15A, 16) oder ein Relief (17, 18, 18A, 19) gebildet wird, damit bei der plastischen Verformung des Metalls der Welle in Richtung des Lochendes das gestauchte Metall mit der Vertiefung oder dem Relief zusammenwirkt und so eine wirksame Drehsicherung des Nockens gewährleistet.
7. Verfahren gemäß Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß um die Achse (X2 - X2) des Lochs (13) mehrere Vertiefungen oder Reliefs verteilt sind.
8. Verfahren gemäß Patentanspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Vertiefung oder ein Relief in Form einer Rille oder eines Stegs von einem Ende der Innenfläche des Nockens zum anderen angebracht wird.
9. Verfahren gemäß Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der beiden entsprechenden Flächen der Welle (20) und des Lochs im Nocken (24) mehrere, in die entsprechenden Rillen (32, 34) der anderen Fläche eingreifende Stege (26, 28) erhält, so daß die Welle im Loch des Nockens mit einer der möglichen, von diesem abhängigen Drehsicherung befestigt werden kann, wobei durch die

anschließende Stauchung des Metalls der Welle (20) mit Bildung einer Wulst (36, 47) in einem ringförmigen, an mindestens ein Ende (48, 49) des Lochs angrenzenden Bereich ein eventuelles Spiel zwischen den Stegen und den Rillen im ringförmigen Bereich (50, 51) beseitigt wird.

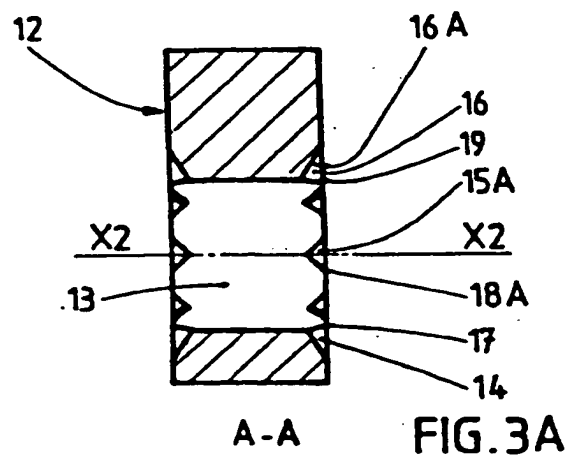
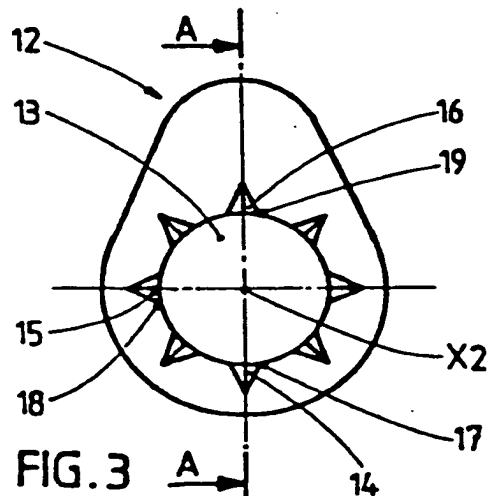
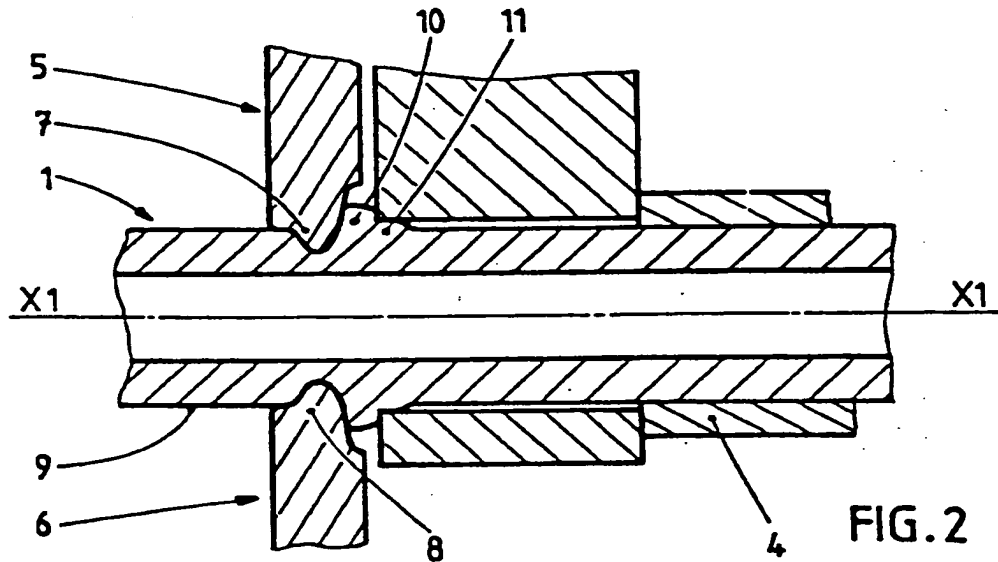
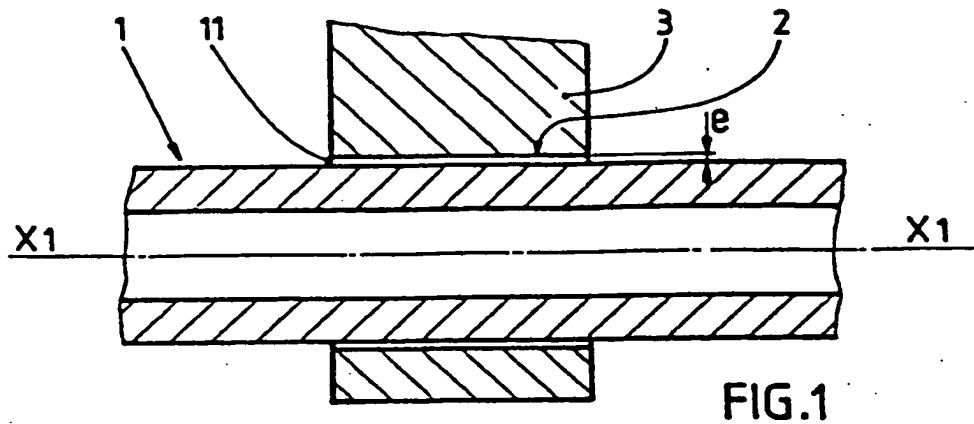
10. Verfahren gemäß Patentanspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Stege (26, 28, 30) und Rillen (32, 34) auf den Rotationsflächen parallel zur Mantellinie gebildet werden.
11. Verfahren gemäß Patentanspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Welle (60) abwechselnd Rillen und Stege gebildet werden, indem auf der Welle mit genügend Druck mindestens ein Rändelwerkzeug (67, 68) spiralförmig abgewälzt wird.
12. Verfahren gemäß einem der Patentansprüche 1 - 11, dadurch gekennzeichnet, daß mit der Welle nicht nur mindestens ein Nocken, sondern mindestens auch ein anderes Stück, wie Lager, Ritzel, Zahnrad etc. fest verbunden werden.
13. Nockenwelle mit aufgesetzem(n) Nocken, bestehend aus mindestens einem Nocken (3, 12, 24), in dessen Loch eine Welle eingesetzt wird, deren Außenfläche der Fläche des Lochs entspricht mit genügend Anfangsspiel (e, e1), um die Welle leicht in das Loch einführen und den Nocken auf der Welle leicht bis zu der vorgesehenen Stelle verschieben zu können, dadurch gekennzeichnet, daß sie in mindestens einem, an einem Ende (11, 36, 47) des Lochs von mindestens einem Nocken (3, 24) angrenzenden Bereich einen ringförmigen Wulst (10, 36, 47) aufweist, der durch Stauchung des Metalls der Welle (1, 20) durch plastische Verformung erzielt wird, indem auf die Außenfläche in einem ringförmigen, an das entsprechende Ende (11, 48, 49) des Lochs (2, 13) angrenzenden Bereich Druck ausgeübt wird, wobei ein Teil des Wulstes den ringförmigen Raum im Eingangsbereich (11, 48, 49) des Lochs (2, 13) zwischen dessen Fläche und der entsprechenden Wellenfläche (1, 20) wenigstens teilweise ausfüllt, und daß wenigstens ein Teil des Wulstes mit einem ergänzenden Mittel zusammenwirkt, das die Drehsicherung des Nockens ver-

stärkt.

14. Nockenwelle gemäß Patentanspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß, sofern nur eine Wulst (10) an einem (11) der beiden Enden des Lochs (2) eines Nockens (3) gebildet wird, dieser Nocken zusätzlich an einem Anschlagmittel (4) auf der anderen Seite des Lochs anliegt.
15. Nockenwelle gemäß Patentanspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß sie neben mindestens einem Nocken mindestens ein anderes aufgesetztes Stück, wie z. B. Lager, Ritzel, Zahnrad etc. umfaßt, das ein Loch aufweist, zwischen dessen Fläche und der Welle ein Spiel auftritt, wobei dieses teilweise an mindestens einem Ende des Lochs mit einem Wulstteil gefüllt ist, der durch plastische Verformung des Metalls der Welle entsteht.
16. Nockenwelle gemäß einem der Patentansprüche 13 - 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Flächen der Welle (1, 20) und des Lochs des Nockens (3, 24) oder eines anderen Stücks einen allgemeinen Kreis darstellen, und daß das Loch (13) mindestens eines Nockens (12) oder eines anderen Stücks mindestens eine Vertiefung (14, 15, 15A, 16) und/oder ein Relief (17, 18, 18A, 19) umfaßt, die in unmittelbarer Nähe von mindestens einem Ende des Lochs (13) gebildet werden und die mit mindestens einem Teil von mindestens einem Wulst zusammenwirken.
17. Nockenwelle gemäß Patentanspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der beiden Flächen mindestens mehrere Reliefs in Form von Stegen (26, 28) umfaßt, die in die Vertiefungen in Form von Rillen (32, 34) der anderen Fläche eingreifen.
18. Nockenwelle gemäß Patentanspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (60) aus Stegen und Rillen gebildete Keilnuten umfaßt.
19. Nockenwelle gemäß einem der Patentansprüche 13 - 18, dadurch gekennzeichnet, daß sie mindestens einen Nocken oder ein anderes Stück aus gesintertem, geschmiedetem und gesintertem Metall umfaßt.
20. Nockenwelle gemäß einem der Patentansprüche 13 - 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (20, 69) hohl ist.

EP 0 340 128

1/4



2/4

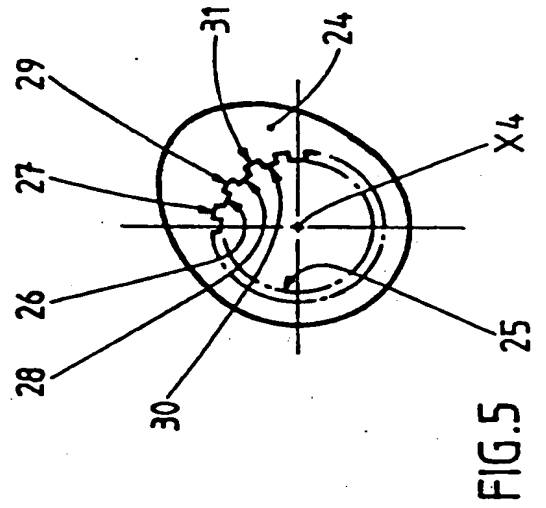
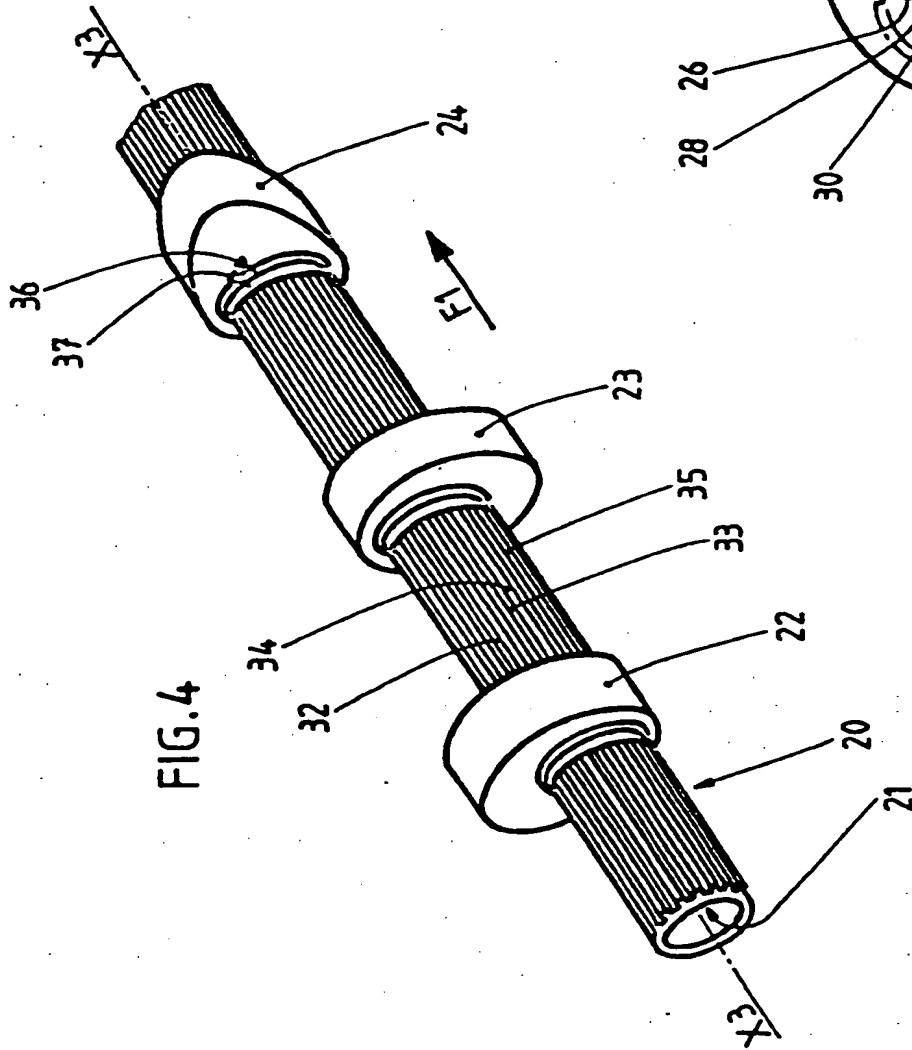




FIG. 8

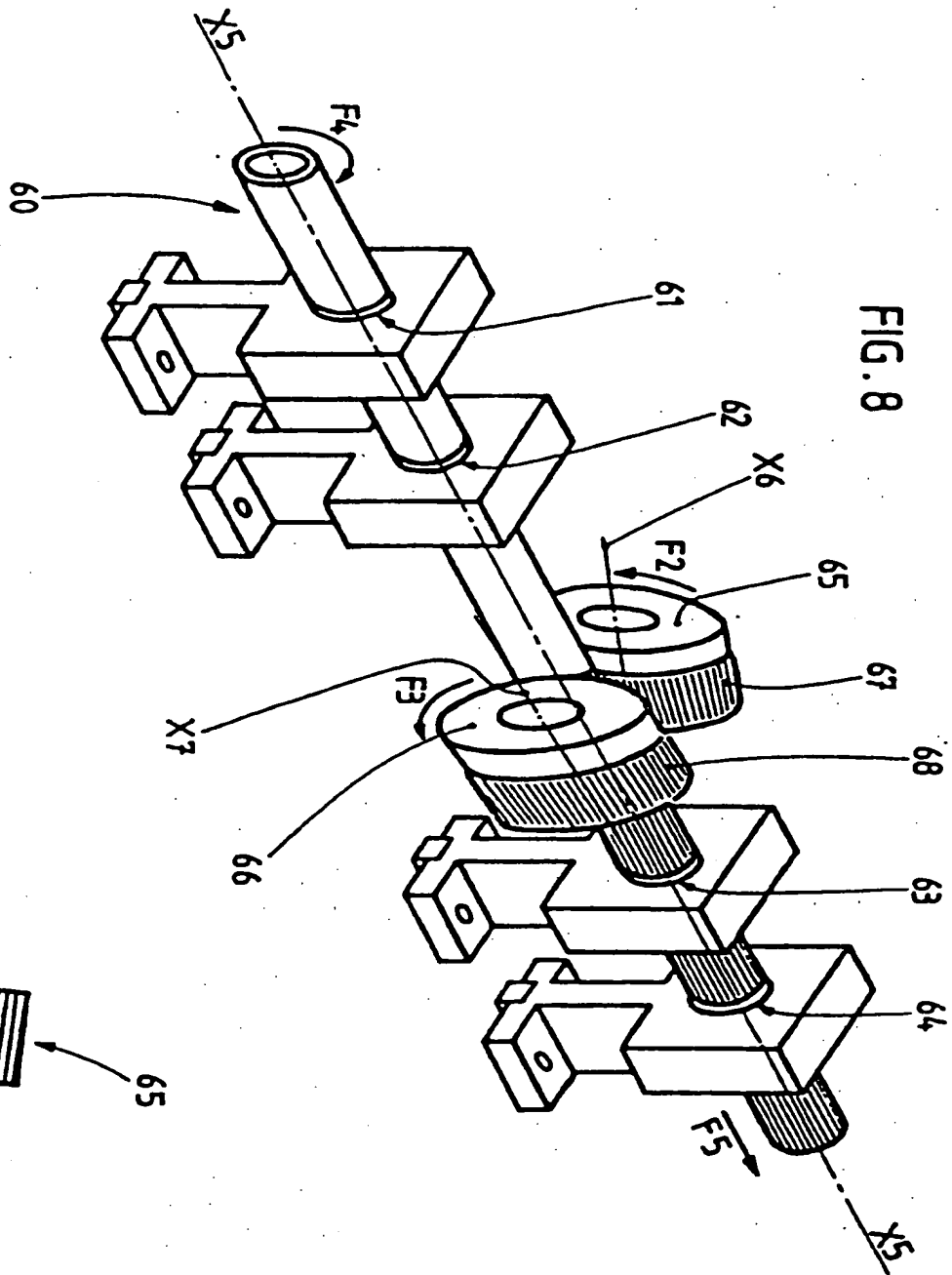
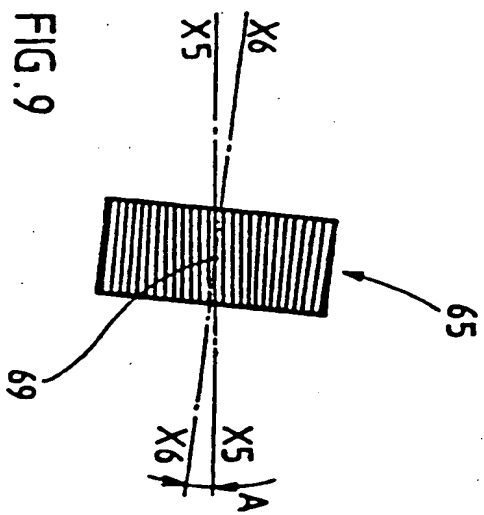


FIG. 9



THIS PAGE BLANK (USPTO)